

Требования к устройствам частотной разгрузки

Как известно, основные требования к напряжению и частоте в нормальных режимах работы контролируемой сети, изложены в стандарте [1].

В аварийных режимах, для которых и предназначены устройства, частотной разгрузки, значения напряжения и частоты выходят за пределы, установленные в этом стандарте. В связи с тем, что в действующем РД [2], отсутствуют специально установленные требования к информационным входам напряжения (аналоговым входам) цифровых устройств частотной разгрузки, изготовители данных устройств определяют их самостоятельно (табл. 1).

Таблица 1 Входы напряжения цифровых устройств частотной разгрузки

Характеристика	БМАЧР	Сириус-АЧР	АЧРМ	БММРЧ	Р-490
Диапазон частот, Гц	40,0-50,0	45 - 51	42 - 61	30-55	40-70
U ном, В	100 / 220	100	100	100 / 220	100 / 380
Диапазон напряжения, U ном	0,4 - 1,2	0,2 - 1,3	0,5 - 1,3	0,1 - 1,15	0,6 - 1,9
Скорость изменения частоты, Гц/с	0 - 10	0 - 10		От -20 до +20	От -10 до +10
Потребляемая мощность, Вт	1	-	0,25	0,2/0,5 ¹	-

В результате обобщения результатов, полученных при наблюдении реальных частотных аварий, представляется целесообразным установить такие требования к информационным входам напряжения:

диапазон рабочих частот – от 30 до 65 Гц²;

диапазон рабочих напряжений – от 0,1 до 1,3 U_{ном};

номинальное напряжение – 100 или 220 В;

скорость изменения частоты – от минус 20 до плюс 20 Гц/с.

Если к статическим реле частоты не предъявлялось требование фиксировать факт наличия или отсутствия контролируемого напряжения, то в современных цифровых устройствах частотной разгрузки целесообразно формировать сигнал «неисправность» или «отказ» в следующих случаях:

- при отсутствии контролируемого напряжения ($U_k = 0$);
- при выходе значения контролируемого напряжения за нижнюю границу рабочего диапазона ($U_k < U_{\min}$)

¹ В числителе дано значение для U=100В, в знаменателе – для 220 В.

² Предлагаемый диапазон скорости изменения частоты характерен, например, для энергетических систем ОАО «Газпром».

В известной литературе, описывающей цифровые устройства релейной защиты, нет сведений о характеристиках используемых в них блоков питания, а также требований к качеству электроэнергии источника оперативного питания. Наиболее полно требования к источнику оперативного питания изложены в разделе 4.5 «Требования к условиям питания оперативным током» РД [2].

Например, требования к блоку питания ЦРЗА сформулированы в нем так: «Блок питания должен работать от постоянного или выпрямленного оперативного тока с номинальным напряжением 220 В, обеспечивая уровни и качество входных напряжений в соответствии с требованиями электронных компонентов, при возможных в эксплуатации изменениях напряжения внешнего питания» ([2], с. 8).

В действующих ПУЭ ([3], глава 3.4) регламентирована только одна характеристика оперативного питания – *потеря напряжения*, отражающая статическое изменение напряжения в сторону уменьшения от номинального значения. Однако современные устройства должны отвечать и множеству других требований, регламентированных в стандартах по электромагнитной совместимости [4].

В документе [2] установлены следующие *длительно допустимые отклонения напряжения оперативного питания* с номинальным значением 220 В:

Род тока	Значения напряжения:	
	Максимальное	Минимальное
Постоянный	244 В (220 В + 10 %)	176 В (220 В – 20 %)
Выпрямленный	244 В (220 В + 10 %)	187 В (220 В – 15 %)

Там же установлены требования к цепям питания оперативным током только для источников двух типов – **постоянного** (аккумуляторные батареи) и **выпрямленного** тока. На практике для питания устройств с номинальным напряжением 220 В используют еще и источник **переменного** оперативного тока (см. табл. 2).

Следует отметить, что практически все производители выпускают устройства для номинального напряжения 220 В или 110 В, выбор между которыми нужно делать при их заказе.

В связи с тем, что *диапазон изменения напряжения питания* при номинальном напряжении 110 В не регламентирован в РД, на практике производители устанавливают его самостоятельно (см. табл. 2), причем одни из них устанавливают для верхней и нижней границы диапазона одинаковое процентное отклонение от номинального значения 110 В, а другие – разное.

В руководящем документе [2] к условиям питания оперативным током предъявляется еще одно, общее для сетей любого типа, требование – *устойчивость к перерывам питания длительностью до 0, 5 с* -, записанное так:

«Устройства ... должны сохранять заданные функции без изменения параметров и характеристик срабатывания при перерыве питания длительностью 0,5 с» ([2], с. 27, 28).

Следовательно, устройства, не обеспечивающие его выполнения, не отвечают требованиям этого отраслевого документа. Необходимо обратить внимание на то, что обеспечение устойчивости устройства к перерывам питания особо подчеркивается для новых разработок [5].

Повышение устойчивости необходимо, прежде всего для того, чтобы устройство успевало после исчезновения питания отработать заданную выдержку времени.

Следует отметить, что для обеспечения этого требования цифровые устройства частотной разгрузки должны иметь внутренние накопители энергии, обеспечивающие их работу при отключении питания. Для увеличения устойчивости к провалам напряжения до 10 с некоторые производители предусматривают установку внешнего накопителя энергии.

Наличие любых накопителей энергии приводит к появлению *пускового тока*, возникающего при включении устройства в сеть.

Для правильного выбора проектантом электроустановки параметров (номинального тока и уставки срабатывания) автоматического выключателя, через которые подается оперативное питание на устройства релейной защиты, необходимо знать мощность, потребляемую в нормальном режиме работы и пусковой ток, возникающий при включении питания устройства релейной защиты. Отметим, что значение пускового тока указывают не все производители устройств, хотя при неправильном выборе уставки срабатывания автоматического выключателя возможно его отключение и потеря питания всеми устройствами, подключенными через этот автоматический выключатель.

Таблица 2 .Характеристики цепей оперативного питания

Характеристики	БМАЧР	Сириус-АЧР	АЧРМ	БММРЧ	Р-490 ³
Регламентированные в [2]					
1. Диапазон изменения напряжения для:					
У _{ном} =220 В	88 - 264	178 - 242	110 - 286/132 - 242 ⁴	88 - 264	110 - 250/100 - 240
У _{ном} =110 В	-	88 - 132	77 - 143/66 - 143 ¹	88 - 132	48 - 125/30 - 110
2. Род тока при:					
У _{ном} =220 В	прм, пст ⁵	пст, прм	пст/прм	прм, пст, впр ⁶	пст/прм
У _{ном} =110 В	-	пст	пст/прм	пст	пст/прм
3. Устойчивость к 100% провалам напряжения, с при:					
У _{ном} =220 В		0,1 с		0,5	
У _{ном} =110 В		0,1 с		0,2	

³ Предусмотрено исполнение реле, рассчитанное на питание оперативным напряжением 24 – 48 В постоянного тока.

⁴ В числителе даны значения для постоянного тока, в знаменателя – для переменного

⁵ прм – переменный, пст - постоянный

⁶ впр - выпрямленный

Продолжение табл. 2 Характеристики цепей оперативного питания

Характеристики	БМАЧР	Сириус-АЧР	АЧРМ	БММРЧ	Р-490 ⁷
4. Устойчивость к частичным провалам напряжения при:					
U _{ном} =220 В		50%, 0,5 с		60% длительно	
U _{ном} =110 В		50%, 0,5 с		60% длительно	
5. Устойчивость к выбросам напряжения при:					
U _{ном} =220 В		30%		20% длительно	
U _{ном} =110 В		30%		20% длительно	
6. Устойчивость к изменению частоты, Гц	40 - 55	40 - 60		40 - 55	
7. Уровень пульсаций выпрямленного напряжения, %		Не ограничен		12	12
Не регламентированные в [2]					
8. Время готовности после включения питания		1,5 с			
9. Пусковой ток, А		3			
10. Длительность пускового тока, мс		40			
11. Потребляемая мощность, Вт	10/15 ⁸	20	9	15	

Для устройств, получающих питание от сети выпрямленного оперативного тока, в документе [2] установлено в соответствии со стандартом [6] еще одно требование – **устойчивость к провалам напряжения до 45% U ном продолжительностью до 1,5 с.**

Для устройств, получающих питание от сети выпрямленного оперативного тока, должны выполняться еще два требования, сформулированные в ([2], с. 28) так:

1. **«Устройства ... должны сохранять заданные функции без изменения параметров и характеристик срабатывания при изменении час-тоты питающей сети на ± 5 Гц»**

2. **«Устройства ... должны сохранять заданные функции без изменения параметров и характеристик срабатывания при значении пуль-сации в напряжении питания 12%»**

Важность соблюдения последнего требования вызвана тем, что в реальной электроустановке возможно аварийное отключение аккумуляторной батареи или конденсаторов фильтра. В таком случае пульсации напряжения на выходе выпрямителя резко возрастают, что приводит к отказам устройств, не допускающих работы при пульсациях напряжения, превышающих 12%.

⁷ Предусмотрено исполнение реле, рассчитанное на питание оперативным напряжением 24 – 48 В постоянного тока.

⁸ В числителе – в дежурном режиме, в знаменателе – при срабатывании выходных реле

В заключение необходимо обратить внимание еще на одну характеристику – *время готовности устройства к работе после подачи питания*. Хотя она и не вошла в его окончательную редакцию документа [2] некоторые производители устройств частотной разгрузки представляют информацию о ней в рекламных и эксплуатационных документах.

Всё сказанное позволяет сформулировать такие требования к цепям оперативного питания цифровых устройств частотной разгрузки:

Род тока

Диапазон изменения напряжения

Уровень пульсаций

Длительность перерывов оперативного питания

Время готовности

- переменный; выпрямленный; постоянный;
от 0,4 до 1,2 $U_{ном}$
до 50%;
 $\geq 1,0$ с при $U_{ном}=100В$; $\geq 2,0$ с при $U_{ном}=100В$
 $\leq 0,2$ с

Возможность выполнения устройствами частотной автоматики ряда функций и при больших продолжительностях перерывов питания является желательным для них свойством.

В выпускаемых в настоящее время цифровых устройствах частотной разгрузки предусмотрено задание уставок, выбираемых из диапазонов и задаваемых с дискретностью, указанной в табл.3.

Обратим особое внимание на то, что введение градаций уставок по частоте через 0,1 Гц, стало возможным только после перехода на цифровой принцип измерения частоты.

Таблица 3 Диапазоны и дискретность задания уставок

Уставки по:	БМАЧР	Сириус-АЧР	АЧРМ	БММРЧ	Р-490
частоте:					
диапазон, Гц	P^9 АЧР1, АЧР2: 45,0 – 50,0	АЧРІ, ЧАПВ: 45 – 51 ¹⁰	41,5 – 61,0	P АЧР1 45 - 50	40 - 70
	B^{11} АЧР2: 46,0 – 50,0	АЧРІІ 45 – 51 ¹²		P и B АЧР2 45 - 50	
	P ЧАПВ: 49,0 – 50,0			P АЧР-С 49 - 50	
				P и B АОПЧ 50 - 53	
				P и B ЧАПВ 49 - 50	
дискретность задания, Гц	0,1	0,01	0,01	0,1	

⁹ Пуск алгоритма

¹⁰ Разность между частотой срабатывания и возврата составляет 0,05 Гц

¹¹ Возврат алгоритма

¹² Уставки срабатывания и возврата задаются отдельно

Продолжение табл. 3 Диапазоны и дискретность задания уставок

Уставки по:	БМАЧР	Сириус-АЧР	АЧРМ	БММРЧ	Р-490
напряжению:					
диапазон, В	-	20 – 100	5 - 300	П АЧР2-Н ¹³ 0,5 – 0,9 ¹⁴	100 - 120
				П и В ЧАПВ ¹⁵ 0.70 – 1.00 ⁴	380 - 480
дискретность задания. В	-	1		0,01 ³	
скорости изменения частоты:					
диапазон, Гц/с	0 - 10 ¹⁶	0,2 – 10,0 ¹⁷		АЧР-С От 0,0 до –20,0	От – 10 до + 10
				АОПЧ ¹⁸ От 0,1 до 20,0	
				АОПЧ ¹⁹ От – 01, до – 20,0	
дискретность задания, Гц/с	0,1			0,1	
то же, среднее значение					
диапазон, ΔF/dt, Гц/с					(0,2 – 10)/(0,02- 2)
времени:					
<i>для алгоритмов</i>					
диапазон, с	0 - 120	0,2 – 99,9	АЧР 0,09 – 2,6/0,5-127,5	АЧР1 6 - 99 ²⁰	АЧР 0 - 100
			ЧАПВ 0,5 – 127,5	АЧР2-Н 0,00 – 99,99	ЧАПВ 1 – 7200
			АЧРС От 3 до 257 ²¹	АОПЧ 0,00 – 99,99	
дискретность задания, с	1	0,1	АЧР 001/0,5	0,01	
			ЧАПВ 0,5		
			АЧРС 1 ¹³		
<i>для сигналов отключения</i>					
диапазон, с		0,1 – 9,9		АЧР1 0,05 – 99,99	
				ЧАПВ 0,00 – 99,99	
дискретность задания, с		0,1 с		0,01	
<i>для сигнала регулировки</i>					
длительность,с				АОПЧ 0,05 – 99,99	
интервал, с				0,10 – 99,99	

¹³ Пуск алгоритма АЧР2 с контролем напряжения

¹⁴ В долях U ном

¹⁵ С контролем напряжения

¹⁶ При скорости изменения частоты выше уставки блокируется работа алгоритма АЧР1, срабатывает алгоритм АЧРС

¹⁷ При скорости изменения частоты выше уставки работа ступеней АЧР1 блокируется

¹⁸ Ускорение пуска

¹⁹ Ускорение возврата

²⁰ Количество полупериодов входного аналогового сигнала (измеряемой частоты)

²¹ Количество периодов входного аналогового сигнала (измеряемой частоты)

Используемые до сих пор реле частоты типа **РЧ-1, РЧ-2** имеют погрешность срабатывания по частоте не менее $\pm 0,2$ Гц, что не позволяет сколько-нибудь точно задать уставку их срабатывания или возврата.

На основании сравнения характеристик различных цифровых устройств можно предложить такие требования к уставкам:

по частоте	диапазон от 45 до 55 Гц
по напряжению	дискретность задания – не более 0,1 Гц ; диапазон от 0,5 до 1,0 $U_{ном}$
по скорости изменения частоты	дискретность задания – не более 0,01 $U_{ном}$; диапазон от 0,0 до 20,0 Гц / с
по времени	дискретность задания – не более 0,1 Гц/ диапазон от 0,00 до 99,99 с дискретность задания – не более 0,01 с;

Если устройства частотной автоматики будут обеспечивать для любого из алгоритмов задание уставок срабатывания и возврата с указанной дискретностью, то для энергосистем окажется возможным в соответствии с требованиями нового стандарта [7] ввести:

значения уставок времени, ограничивающих работу энергосистемы при понижении частоты ниже 48 Гц (не более 30 с) и ниже 47,5 Гц (не более 10 с) ;

границу допустимого снижения частоты, равную **47,0 Гц**.

значения уставок по частоте для алгоритмов частотной разгрузки:

- **49,2 Гц** – для спецочереди **АЧР-1**. При медленном снижении частоты в энергосистеме такая уставка позволит предотвратить уменьшение частоты до уставок пуска алгоритма **АЧР – 2**;

- **49,1 Гц** – для технологической очереди **АЧР – 1** , предназначенной для предотвращения разгрузки блоков атомных электростанций;

- от **48,8 Гц** до **47,5 Гц** ступенями через 0,1 Гц для остальных 14 очередей АЧР-1;

- **49,1 Гц** – для несовмещенной очереди **АЧР-2**, предотвращающей снижение частоты после действия очередей **АЧР-1** и предназначенной для восстановления частоты до значения равного или превышающего 49,2 Гц;

- от **49,0 Гц** до **48,7 Гц** – для совмещенной очереди **АЧР – 2**, предотвращающей снижение частоты на недопустимом уровне ее значения;

значение уставки по частоте, равное 53 Гц для алгоритма **АОПЧ**;

значение времени действия АЧР-1, не превышающее **0,1 с**;

ограниченные только продолжительностью измерения параметра, **значения времени действия АЧР-1 и выдержек срабатывания** очередей;

сигнал в алгоритмы разгрузки, зависящий от скорости изменения частоты.

Всё это позволит ускорить разгрузку при особо больших дефицитах мощности и глубоких снижениях частоты из-за неэффективности действия в таких условиях алгоритмов **АЧР - 1** (см. [7], п.2.5).

Дискретные входы в цифровых устройствах частотной разгрузки предназначены для приёма внешних сигналов, обеспечивающих:

- переключения программы уставок;
- блокирования и разрешения действия алгоритмов;
- сброса сигнализации и др.

В РД [2] требования к дискретным входам цифровых устройств не установлены, а характеристики входов у разных устройств существенно различаются (табл.4).

Таблица 4 Характеристики дискретных входов

Характеристики	БМАЧР	Сириус-АЧР	АЧРМ	БММРЧ	Р-940
Ток, мА	От 2 до 4			2,5	
Номинальное напряжение, В	220	220 или 110	12 ²²	220 или 110	48 ²³
Диапазон изменения напряжения, В	±22				
Предельное напряжение, В	242	242 или 140		264 или 132	60
Напряжение устойчивого срабатывания, В				170 или 80	30
напряжение несрабатывания, В				140 или 70	
Длительность сигнала, мс	Постоянно			>40	
Число входов	2	7	7	4	8 или 16
Назначение входов	1.См. прогр. ²⁴	1. См. прогр.	нет	1. См. прогр.	1. См. прогр.
	2.Блокир. АЧР	2. Разрешение АЧР	1. Возврат АЧР-С	2.Блокиров. ²⁵ 1	
		3.Установка АЧР	2. Сброс D	3.Блокиров. 2	
		4. Сброс сигнализации	3. Сброс ЧАПВ-А	4.Блокиров. 3	
		5. Разрешение ЧАПВ-1	4. Сброс ЧАПВ-В		
		6. Разрешение ЧАПВ-2	5. Возврат АЧР-А		
		7. Разрешение ЧАПВ-3	6. Запрет АЧР-А		
			7. Возврат АЧР-В		

²² Питание дискретных входов производится от внутреннего источника напряжения.

²³ Возможна подача переменного напряжения с действующим значением 50 В.

²⁴ Смена программ

²⁵ Блокирование

К дискретным входам цифровых устройств частотной разгрузки предлагается установить такие требования:

количество	не менее 4
род тока	переменный, выпрямленный или постоянный
номинальное напряжение	любое из ряда значений: 24, 110, 220 В
входной ток	не более 3 мА

В связи с тем, что современное устройство частотной разгрузки должно иметь не менее двух программ уставок, то один из четырёх входов должен быть предназначен для дистанционной смены программы уставок.

В РД [2] установлены различные требования к дискретным выходам цифровых устройств в части коммутационной способности контактов реле, управляющих:

- воздушными выключателями;
- выключателями с электромагнитным приводом;
- цепями блокирования и сигнализации (табл. 5).

Таблица 5 Коммутационная способность контактов выходных реле

Действие контакта	Воздушные выключатели ²⁶	Выключатели с ЭМ приводом	Цепи сигнализации и блокирования
Замыкание	40 А, 0,03с	5 А, 1,0 с	30 Вт ²⁷ или до 1,0 А
	15 А, 0,3 с		
Размыкание	0,25 А		

На практике в цифровых устройствах частотной разгрузки в цепях управления, сигнализации и блокирования применяются выходные реле как с одинаковой коммутационной способностью контактов, так и с различной (табл. 6).

²⁶ Цепи постоянного тока напряжением 220 В, индуктивная нагрузка с постоянной времени 0,05 с. Количество циклов – не менее 1000.

²⁷ Цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой с постоянной времени 0,02 с при напряжении от 24 до 250В. Количество циклов – не менее 10000.

Таблица 6 Характеристики дискретных выходов

Характеристики	БМАЧР	Сириус-АЧР	АЧРМ	БММРЧ	Р-940
Выход сигнализации:					
количество	8	10^{28}		$4/8^{29}$	От 4 до 8
тип контакта	закрывающий	закрывающий		закрывающий	переключающих
коммутируемый ток, А	$0,15/0,15^{30}$	$8^{43}/I^{31}$		$2,5/0,15^{32}$	I^{33}
коммутируемое напряжение, В, не более	250^{34}	250		264^{47}	300
Выход управления:					
количество	8	10^{41}	7	$4/8^{42}$	От 3 до 6
тип контакта	закрывающий	закрывающий	закрывающий	закрывающий	закрывающих
коммутируемый ток, А (мощность, Вт)	$2,5/0,15^{43}$	$8^{43}/I^{44}$	6 Вт ³⁵	$2,5/0,15^{45}$	I^{46}
коммутируемое напряжение, В, не более	250^{47}	250		264^{47}	300
Выход «Отказ»					
количество	1	1	1	1	2
тип контакта	размыкающий	размыкающий	закрывающий	размыкающий	размыкающий/закрывающий
коммутируемый ток, А	$0,15^{36}$	$8^{43}/0,15^{44}$	6 Вт ⁴⁸	$2,5/0,15^{45}$	I^{37}
коммутируемое напряжение, В, не более	250^{47}	250		264^{47}	300

На основании опыта эксплуатации предлагается установить такие требования к контактам дискретных выходов цифровых устройств частотной разгрузки:

²⁸ Каждое выходное реле имеет 2 контакта

²⁹ В зависимости от исполнения блока

³⁰ В числителе дано значение тока замыкания, а в знаменателе - размыкания

³¹ $I=0,15$ А при размыкании цепей постоянного тока, $I=8$ А при размыкании цепей переменного тока

³² При активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени $L/R=20$ мс

³³ При замыкании контакта – 30 А, в течение 3 с. Размыкание цепи постоянного тока – 50Вт активная нагрузка, 25 Вт индуктивная нагрузка с $L/R=40$ мс. Размыкание цепи переменного тока – 1250 ВА активная или индуктивная нагрузка с $\cos \varphi = 0,5$. Постоянная нагрузка – 5А.

³⁴ Переменное или постоянное напряжение

³⁵ В цепях постоянного тока

³⁶ При размыкании контакта

³⁷ Постоянный ток – 30 Вт активная нагрузка, 15 Вт индуктивная нагрузка с $L/R=40$ мс. Переменный ток - 375 Вт при $\cos \varphi = 0,7$.

тип контакта	закрывающий или открывающий
тип сигнала	импульсный или длительный, с регулировкой временных характеристик;
коммутируемое напряжение	– от 24 до 264 В
коммутируемый ток:	при замыкании и удержании – не менее 5 А, при размыкании – не менее 0,15 А

В отличие от действующего РД [2], коммутационная способность контактов устанавливается одинаковой для выходов управления и сигнализации.

Электромагнитная обстановка на энергетических и промышленных предприятиях довольно жёсткая, однако уровни помех различны даже на однотипных предприятиях. Вызвано это отклонениями от проекта, допущенными при строительстве, состоянием заземляющих устройств, проведенной модернизацией и т.п. факторами. Следует учитывать, что на разных предприятиях различаются и внешние помехи, оказывающие влияние на работу цифровой техники.

В настоящее время требования к помехозащищенности цифровых устройств релейной защиты, установлены в РД [2] (табл. 7).

Таблица 7. Требования к помехозащищенности

Вид помехи	Стандарт	Характеристики помехи	Степень жёсткости испытаний
Затухающие колебания ³⁸		0,1 – 1,0 МГц	3
		2,5 кВ – продольная схема 1,0 кВ – поперечная схема	
Наносекундные импульсы	ГОСТ 29156-91 ³⁹	4 кВ – входные цепи питания 2 кВ – остальные цепи	4
Электростатические разряды	ГОСТ 29191-91 ⁴⁰	8 кВ – воздушный разряд 6 кВ – контактный разряд	3
МП ⁴¹ промышленной частоты	МЭК 1000-4-8-93	50 Гц, 30 А/м	4
Радиочастотное ЭМП ⁴²	МЭК 801-3-84	10 В/м	3
Микросекундные ИБЭ ⁴³	МЭК 255-22-1-88	4 кВ	4
Кондуктивные НЧ ⁴⁴	МЭК 255-22-1-88	0,5 U ном, длительность 0, 5с, перерыв 100 мс	
Импульсное МП ⁵¹	МЭК 1000-4-9-93	300 А/м	4

³⁸. В РД [2] отсутствует ссылка на стандарт ГОСТ 27918-88, в котором установлены данные требования.

³⁹ Заменен ГОСТ Р 51317.4.4-99

⁴⁰ Заменён ГОСТ Р 517.4.2-99

⁴¹ Магнитное поле

⁴² Электромагнитное поле

⁴³ Импульсы большой энергии

⁴⁴ Низкой частоты

Помехозащищенность некоторых устройств частотной разгрузки соответствует требованиям стандартов, указанных в табл. 8.

Таблица 8 Помехозащищенность некоторых цифровых устройств частотной разгрузки

Характеристики	БМАЧР	Сириус-АЧР	БММРЧ
Высокочастотные помехи	ГОСТ 27918-88	ГОСТ 27918-88	
Наносекундные помехи	ГОСТ Р 51317.4.4-99	ГОСТ 29156-91	ГОСТ Р 51317.4.4-99
Электростатический разряд	ГОСТ Р 517.4.2-99	ГОСТ 29191-91	ГОСТ Р 517.4.2-99
Микросекундные ИБЭ			ГОСТ Р 51317.4.5-99
Радиочастотное ЭМП		МЭК 801-3-84	ГОСТ Р 51317.4.3-99
Импульсное МП		ГОСТ Р 50649-94	ГОСТ Р 50649-94+
МП промышленной частоты		МЭК-1000-4-8-93	ГОСТ Р-50648-94+
Затухающее МП		ГОСТ Р 50652-94	ГОСТ Р 50652-94+

Требования по выполнению условий электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики изложены в методических указаниях [4].

В действующих РД [2] не определены требования к сервисным характеристикам цифровых устройств частотной разгрузки. На основании опыта практического применения цифровых устройств частотной разгрузки представляется целесообразным сформулировать такие требования к их сервисным характеристикам:

непрерывная самодиагностика аппаратной части и программного обеспечения устройства;

индикация напряжения и частоты контролируемой сети, измеряемых в установившихся режимах

(выполнение функции цифрового измерительного прибора);

регистрация событий, не относящихся к аварийным;

цифровая регистрация (осциллографирование) ***процесса частотной аварии*** (длительность записи – не менее 10 минут);

программное изменение уставок, алгоритмов и функций (по-иному – ***конфигурации***) ***устройства ;***

сопряжение с АСУ и ПЭВМ.

Литература

1. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. М.:ОРГРЭС, 1997.

3. Правила устройства электроустановок. М.: Главгосэнергонадзор России, 1998, 608 с.
4. Требования по выполнению условий электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики /Методические указания. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2005.-64 с. [«Библиотечка электротехника», приложение к журналу «Энергетик»; вып. 10 (82)]
5. **«Орион-2»** на защите линий// Новости электротехники, 2005, №2(32) С.107
6. ГОСТ Р 51317.4.11-99 (МЭК 61000-4-11-94) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.
7. Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности (автоматическая частотная разгрузка) // Стандарт ОАО "СО-ЦДУ ЕЭС", 2004